

**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

21 Aktenzeichen: P 33 04 283.7  
22 Anmeldetag: 8. 2. 83  
43 Offenlegungstag: 13. 10. 83

DE 3304283 A1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
17.03.82 JP P40792-82

71 Anmelder:  
Hitachi, Ltd., Tokyo, JP

74 Vertreter:  
Beetz sen., R., Dipl.-Ing.; Beetz jun., R., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Timpe, W., Dr.-Ing.; Siegfried, J., Dipl.-Ing.;  
Schmitt-Fumian, W., Privatdozent, Dipl.-Chem.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000 München

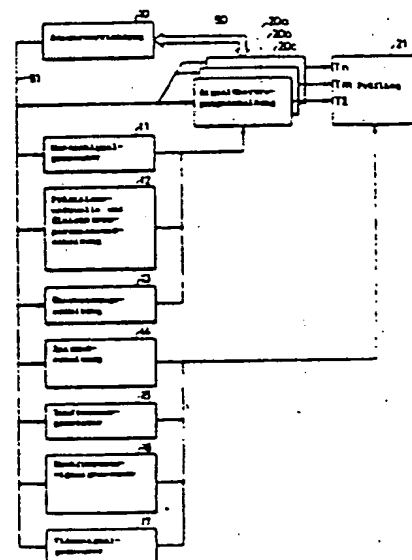
72 Erfinder:  
Inoue, Fumihito, Higashiyamato, Tokyo, JP;  
Ohyama, Yuichi; Isesaki, Gunma, JP; Nakahara,  
Kinichi, Takasaki, Tokyo, JP; Kimura, Kazuhiko,  
Kodaira, Tokyo, JP

56 Recherchenergebnisse nach § 43 Abs. 1 PatG:  
DE-OS 20 61 483  
DE-OS 15 91 223

54 Prüfungssystem

Die Erfindung betrifft ein Prüfungssystem für elektronische Schaltelemente. Das Prüfungssystem enthält zur Prüfung eines Prüfobjekts einen ersten Signalgenerator (31) und einen zweiten Signalgenerator (32), die Meßbedingungen für einen Verbindungsstift  $T_i$  ( $T_m$ ,  $T_n$ ) eines Prüflings (21) festlegen, die in jeweils einer Signalübertragungsschaltung (20a, 20b, 20c) enthalten sind. Jeder Signalgenerator (31, 32) speichert in einem Digitalspeicher Information zur Festlegung der Meßbedingung in Form eines digitalen Datums, das D/A-gewandelt wird und als Analogsignal die Meßbedingung angibt. Mit Vorrichtungen (31d, 32d) wird als Meßbedingung für den Verbindungsstift  $T_i$  ( $T_m$ ,  $T_n$ ) einer der D/A-gewandelten Ausgänge des ersten und des zweiten Signalgenerators ausgewählt. Mit einem ersten Diskriminator (41) und einem zweiten Diskriminator (42) wird die Qualität des Meßergebnisses des Verbindungsstifts  $T_i$  ( $T_m$ ,  $T_n$ ) des Prüflings (21) bestimmt. In jedem der Diskriminatoren (41, 42) ist zur Bestimmung der Qualität eines Meßergebnisses Bezugswertinformation als Digitaldatum gespeichert. Diese wird D/A-gewandelt und als Analogsignal mit einem am Verbindungsstift  $T_i$  ( $T_m$ ,  $T_n$ ) erhaltenen Meßergebnis verglichen. Eine Steuerung (10) steuert die Verarbeitung jeder Signalübertragungsschaltung (20a, 20b, 20c). (33 04 283)

FIG. 2



DE 3304283 A1

ORIGINAL INSPECTED COPY

# BEETZ & PARTNER

Steinsdorfstr. 10 · D-8000 München 22  
Telefon (089) 22 72 01 - 22 72 44 - 29 59 10  
Telex 522 048 - Telegramm Allpat München

680-34.654P

Patentanwälte  
European Patent Attorneys

3304283

Dipl.-Ing. R. BEETZ sen.  
Dr.-Ing. R. BEETZ jun.  
Dr.-Ing. W. TIMPE  
Dipl.-Ing. J. SIEGFRIED  
Priv.-Doz. Dipl.-Chem. Dr. rer. nat. W. SCHMITT-FUMIAN

Dipl.-Ing. K. LAMPRECHT † 1981

8. Febr. 1983

## Ansprüche

1. Prüfsystem zur Prüfung elektronischer Bauteile,  
gekennzeichnet durch

(1) mehrere Signalübertragungsschaltungen (20a, 20b, 20c), von denen jeweils eine mit einem von mehreren Verbindungsstiften ( $T_L$ ,  $T_m$ ,  $T_n$ ) des zu prüfenden Bauteils verbunden ist,  
und

(2) eine Steuerung (10), die die Funktion der Signalübertragungsschaltungen (20a, 20b, 20c) steuert, wobei jede Signalübertragungsschaltung einen ersten und zweiten Signalgenerator (31, 32), der die Meßbedingungen für jeweils einen der Verbindungsstifte festsetzt und einen ersten und zweiten Diskriminator (41, 42), der die Qualität des Meßergebnisses eines Verbindungsstiftes bestimmt, enthält.

2. Prüfsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Signalgenerator (31) jeder Signalübertragungsschaltung enthält:

(a) einen ersten Digitalspeicher (31a), der die zum Festlegen einer Meßbedingung an einem Verbindungsstift benötigten Daten speichert,

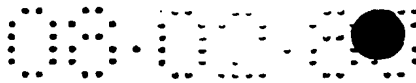
(b) einen ersten D/A-Wandler (31b), der mit dem Ausgang des ersten Digitalspeichers (31a) verbunden ist  
und

(c) einen ersten Schalter (31d), der das Ausgangssignal des ersten D/A-Wandlers (31b) überträgt oder sperrt, und daß der zweite Signalgenerator (32) jeder Signalübertragungsschaltung enthält:

680-328101138DE1-At-Blk

COPY

BAD ORIGINAL



- (d) einen zweiten Digitalspeicher (32a), der Digitaldaten, die eine Meßbedingung des einen Verbindungsstifts festlegen, speichert,
  - (e) einen zweiten D/A-Wandler (32b), der mit dem Ausgang des zweiten Digitalspeichers (32a) verbunden ist und
  - (f) einen zweiten Schalter (32d), der das Ausgangssignal des zweiten D/A-Wandlers (32b) überträgt oder sperrt.
3. Prüfsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Diskriminator (41) jeder Signalübertragungsschaltung enthält:
- (g) einen dritten Digitalspeicher (41e), der Bezugswertinformation zur Bestimmung der Qualität eines Meßergebnisses des einen Verbindungsstifts speichert,
  - (h) einen dritten D/A-Wandler (41f), der mit dem Ausgang des dritten Digitalspeichers (41e) verbunden ist und
  - (i) einen dritten Spannungsvergleicher, der einen Vergleich zwischen einem Ausgangssignal des dritten D/A-Wandlers (41f) und einem Meßergebnis des einen Verbindungsstifts durchführt und daß der zweite Diskriminator (42) jeder Signalübertragungsschaltung enthält:
  - (j) einen vierten Digitalspeicher (42e), der Bezugswertinformation zur Bestimmung der Qualität eines Meßergebnisses des einen Verbindungsstifts speichert,
  - (k) einen vierten D/A-Wandler (42f), der mit dem Ausgang des vierten Digitalspeichers (42e) verbunden ist und



- (1) einen zweiten Spannungsvergleicher (42a), der einen Vergleich zwischen einem Ausgangssignal des vierten D/A-Wandlers (42f) und einem Meßergebnis des einen Verbindungsstifts durchführt.
4. Prüfsystem nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Diskriminator (41) jeder Signalübertragungsschaltung einen fünften Digitalspeicher (41d) aufweist, der ein gemessenes, ausgeschiedenes Ergebnis am Ausgang des ersten Spannungsvergleichers (41a) speichert und daß die zweite Diskriminatorschaltung (42) jeder Signalübertragungsschaltung einen sechsten Digitalspeicher (42d) aufweist, der ein gemessenes, ausgeschiedenes Ergebnis am Ausgang des zweiten Spannungsvergleichers (42a) speichert.
5. Prüfsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalübertragungsschaltungen (20a, 20b, 20c) außerdem einen A/D-Wandler (43a), der ein Meßergebnis des einen Verbindungsstifts (T1) A/D-wandelt und einen siebten Digitalspeicher (43b), der ein Ausgangssignal des A/D-Wandlers speichert, enthalten.
6. Prüfsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß erste und zweite Digitaldaten im ersten und zweiten Digitalspeicher (31a, 32a) in mindestens einer Signalübertragungsschaltung (20a) gespeichert sind, so daß der Ausgang des einen D/A-Wandlers (31b, 32b) den hohen Pegel eines Digitalsignals als eine Meßbedingung für einen Verbindungsstift (T1) und das Ausgangssignal des anderen D/A-Wandlers den tiefen Pegel eines Digitalsignals als andere Meßbedingung für den Verbindungsstift (T1) bestimmen.
7. Prüfsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß Digitaldaten zumindest im ersten oder

zweiten Digitalspeicher (31a, 32b) in mindestens einer Signalübertragungsschaltung (20a) gespeichert sind, so daß der Ausgang zumindest eines der D/A-Wandler (31b, 32b) einen Gleichstrompegel eines Analogsignals als Meßbedingung für den einen Verbindungsstift (T1) festlegt.

8. Prüfsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Diskriminator (41) in zumindest einer der Signalübertragungsschaltungen (20a, 20b, 20c) bestimmt, ob der tiefe Pegel eines Digitalsignals als ein Meßergebnis des einen Verbindungsstifts (T1) tiefer als ein vorgegebener unterer Bezugswert ist, oder nicht, und daß der zweite Diskriminator (42) bestimmt, ob der hohe Pegel eines einen anderen Meßwert bildenden Digitalsignals des einen Verbindungsstifts (T1) höher ist als ein vorgegebener Bezugswert, oder nicht.
9. Prüfsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Diskriminatorschaltung (41) zumindest einer Signalübertragungsschaltung (20a) bestimmt, ob das als Meßergebnis eines Verbindungsstifts (T1) ermittelte Analoggleichspannungssignal höher ist als ein vorgegebener unterer Grenzwert, oder nicht, und daß der zweite Diskriminator (42) bestimmt, ob das Analoggleichspannungssignal tiefer als ein vorgegebener oberer Grenzwert ist, oder nicht.

HITACHI, LTD., Tokyo

Japan

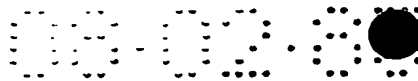
---

### Prüfsystem

Die Erfindung betrifft ein Prüfsystem, das sich zur Qualitätsprüfung und zur Messung verschiedener Kennwerte von Halbleiterschaltungen, wie monolithische- und hybrid-integrierte Halbleiterschaltungen oder Schaltungsmodule eignet.

Die Entwicklung von Halbleiterschaltungen führte in der Technik zu einer Ausweitung ihrer Funktionen. Beispielsweise kann eine Halbleiterschaltung als Rundfunkempfänger, Fernsehempfänger und Wiedergabeverstärker für Recorder verwendet werden. Andererseits gibt es IC-Schaltungen, die als Digitalschaltungen "Mikrocomputerfunktion" haben. Zudem gibt es auch IC-Schaltungen, die sowohl Analog- als auch Digitalfunktionen vereinigen. Somit erhöht sich in solchen Mehrfachfunktions- oder Kombinationsfunktions-schaltungen unvermeidbar die Anzahl von zu messenden Funktionen (Prüfpunkten) zur Messung von Wechselstrom- und Gleichstromparameter.

Ein wesentlicher Teil der Meßsysteme bildet dabei der zur Messung von Gleichstromparametern dienende Teil. Fig. 1 ist ein Blockschaltbild eines bekannten, von den Erfindern zuvor untersuchten Prüfsystems.



Eine Matrixschaltung 1 weist Y-Achsen, die jeweils mit äußeren Verbindungsanschlüssen (Verbindungsstiften) P eines IC 2 verbunden sind, auf. In der Darstellung sind nur ein Teil der 28 Verbindungsstifte P zum Zwecke der besseren Darstellung mit der Matrix 1 verbunden. X-Achsen der Matrixschaltung 1 sind mit Meßquellen  $e_1$  bis  $e_6$  zur Messung der IC 2 verbunden. Die Meßquellen  $e_1$  bis  $e_6$  können in Spannung, Strom und anderen Parametern voneinander verschieden sein. Zusätzlich sind die Ausgangsenden der Y-Achsen mit einem A/D-Wandler 3 und einem Meßdiskriminator 4 verbunden. Mit nicht dargestellten Reed-Relais können die Y-Achsen an ihren jeweiligen Kreuzungspunkten wahlweise miteinander verbunden werden. Wenn dann zB:  $Y_1$  und  $X_1$  an ihrem Kreuzungspunkt mit dem entsprechenden Reed-Relais miteinander verbunden werden, wird der IC 2 ein Signal  $e_1$  zugeführt. Dann werden die Ausgangssignale der Verstärker 2a, 2b dem Meßdiskriminator 4 über die Kreuzungspunkte zwischen  $Y_2$  und  $X_6$  und die Kreuzungspunkte zwischen  $Y_3$  und  $X_7$  und über den A/D-Wandler 3 zugeführt. Auf diese Weise werden die Kennwerte der Verstärker 2a und 2b vom Meßdiskriminator 4 geprüft.

Auf diese Weise werden zunächst die Verstärker 2a, 2b nur mit Hilfe der Prüfquelle  $e_1$  geprüft. In der Realität müssen jedoch gegebenenfalls weitere Prüfschritte mit den Signalquellen  $e_2$  bis  $e_6$  durchgeführt werden. Auf diese Weise benötigt man eine große Anzahl von Signalquellen zur Prüfung einer integrierten Schaltung mit Analogfunktionen und Digitalfunktionen. Außerdem ist eine große Anzahl von den Signalquellen zugeordneten Reed-Relais nötig.

Die Messung von Gleichstromparametern geschieht im wesentlichen auf die gleiche Weise wie bei der Prüfung eines Halbleiterbauteils und kann in kurzer Zeit durchgeführt werden. Die Messung der Wechselstromparameter erfolgt im wesentlichen wie die Messung einer aufgebauten Schaltung und dauert länger als die Messung der Gleichstromparameter, da dem Prüfverfahren Zeitkonstanten eigen sind, die durch

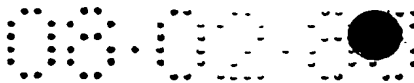
externe Induktivitäten, Kapazitäten, Widerstände und ähnliches bedingt sind. Deshalb wird die Messung der Wechselstromparameter durch die Messung der Gleichstromparameter ersetzt und die Anzahl der Prüfschritte der Gleichstromparameter wächst mit der Anzahl der Integrationsdichte. Ein wesentliches Merkmal dieser Prüfsysteme ist deshalb die Erhöhung der Prüfgeschwindigkeit auf Kosten der Meßgenauigkeit und der Kostengünstigkeit.

Aus diesem Grunde haben die Erfinder die technischen Tendenzen von integrierten Schaltungen und Prüfsystemen untersucht. Dabei stellten sie fest, daß herkömmliche Prüfsysteme folgende Nachteile besitzen:

- (1) Die Prüfzeit pro Verbindungspunkt ist lang (2 bis 3 ms).
- (2) Die Anzahl der in der Matrixschaltung benötigten Reed-Relais wächst entsprechend der Anzahl der Verbindungsstifte und hat eine Komplizierung des Schaltungsaufbaus zur Folge.
- (3) Die verwendeten Reed-Relais besitzen eine geringe Zuverlässigkeit und sind teuer, was die Verteuerung des Gesamtsystems bewirkt.
- (4) Die Gesamtprüfzeit ist lang, da die Meßergebnisse dem Meßdiskriminator seriell über den A/D-Wandler zugeführt werden.

Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, ein Prüfsystem zur Prüfung einer integrierten Schaltung, wie zB einer Halbleiterschaltung, anzugeben, das sowohl genau als auch schnell die verschiedenen Messungen an einer zu prüfenden integrierten Schaltung ausführt und aufgrund der Meßergebnisse eine Qualitätsauswahl ermöglicht und billig hergestellt werden kann.





Die Lösung der vorliegenden Aufgabe erfolgt anspruchsgemäß.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1: ein Schaltbild eines herkömmlichen Prüfsystems;

Fig. 2: ein Blockschaltbild des Aufbaus des gesamten Halbleiterschaltungsprüfsystems, auf das die vorliegende Erfindung angewendet wird;

und

Fig. 3: ein Schaltbild einer <sup>erfindungsgemäßen</sup> Signalübertragungsschaltung zur Darstellung des Meßbetriebs und der Qualitätsprüfung des in Fig. 2 dargestellten Prüfsystems.

Ein erfindungsgemäßes Prüfsystem wird anhand der Fig. 2 und 3 in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel im folgenden dargestellt. Dabei zeigt Fig. 2 ein Blockschaltbild des Gesamtaufbaus des Prüfsystems und Fig. 3 ein Schaltbild einer Signalübertragungsschaltung, die einen Teil des Prüfsystems bildet und die zum Festlegen der Meßsignale, deren Einspeisung <sup>in</sup> die zu prüfende integrierte Schaltung, der Aufzeichnung der Meßergebnisse und der Qualitätsbestimmung dient.

Die Fig. 2 <sup>zeigt</sup> eine Steuerungsvorrichtung 10, für die ein Digitalrechner eingesetzt ist. Mit den Bezugsziffern 11, 12 und 13 ist jeweils ein Mustersignalgenerator, eine Präzisionsmeßquelle und Gleichstromparametermeßschaltung und eine Überwachungsschaltung bezeichnet. Die Bezugsziffern 14 bis 17 bezeichnen jeweils eine Zeitmeßschaltung, einen Tonfrequenzgenerator, einen Hochfrequenzsignalgenerator und einen Videosignalgenerator. Die zusätzlich vorhandenen Einrichtungen der Meßschaltung 14 bis zum Videosignalgenerator 17 können auch je nach den zu messenden Größen weggelassen und durch andere Einrichtungen ersetzt werden.



Entsprechend der Zahl der Verbindungsstifte  $T_l$ ,  $T_m$ ,  $T_n$  eines zu messenden integrierten Schaltungsbauteils (des weiteren als "Prüfling" bezeichnet) 21, sind erfindungsgemäß mehrere Signalübertragungsschaltungen 20a, 20b, 20c eingeschaltet.

Die Signalübertragungsschaltungen 20a, 20b und 20c führen die unten angeführten Funktionen entsprechend von der Steuerungsvorrichtung 10 über einen Steuerbus 51 eingespeisten Steuersignalen aus. Dabei ist die Steuerungsvorrichtung 10 mit jeder Signalübertragungsschaltung 20 mit einem Datenbus 50 verbunden. Anhand der Fig. 3 wird nachfolgend der Schaltungsaufbau und die Funktion jeder Signalübertragungsschaltung 20a, 20b, 20c und somit die folgenden Merkmale der Erfindung anhand der Fig. 3 beschrieben:

(1) Jede Signalübertragungsschaltung 20a, 20b und 20c enthält einen ersten Signalgenerator 31 und einen zweiten Signalgenerator 32, die die Meßbedingungen der Verbindungsstifte  $T_l$  ( $T_m$ ,  $T_n$ ) des Prüflings 21 festlegen. Die Information, die die Meßbedingung festlegt, ist in jedem Signalgenerator 31 und 32 in Form von digitalen Daten in einem Speicher 31a bzw 32a als Digitaldaten gespeichert, die ein D/A-Wandler 31b bzw 32b in die entsprechenden Meßbedingungen wandelt.

(2) Über Vorrichtungen 31d, 32d wird jeweils entweder der D/A-gewandelte Ausgang des ersten Signalgenerators 31 oder der des zweiten Signalgenerators 32 zur Festlegung der Meßbedingung des Verbindungsstifts  $T_l$  ausgewählt.

(3) Jede Signalübertragungsschaltung 20a, 20b und 20c weist einen ersten und zweiten Diskriminator 41 und 42 auf, die die Qualität des Meßergebnisses jedes Verbindungsstifts  $T_l$ ,  $T_m$  und  $T_n$  des Prüflings 21 bestimmen. In jedem Diskriminator 41, 42



ist zur Bestimmung der Qualität eines Meßergebnisses eine Bezugswertinformation als Digitaldatum jeweils in Speichern 41e und 42e gespeichert. Die ausgegebene Bezugswertinformation wird durch einen D/A-Wandler 41f bzw 42f in ein entsprechendes Analogsignal gewandelt und mit dem Meßergebnis des Verbindungsstifts  $T_L$  ( $T_m$ ,  $T_n$ ) verglichen.

(4) Die Steuerungsvorrichtung 10 steuert den Betrieb jeder Signalübertragungsschaltung 20a, 20b und 20c.

Das erfindungsgemäße Prüfsystem mit den oben angeführten Merkmalen kann in folgender Weise in Mehrfachanwendungen eingesetzt werden:

(5) Einer der D/A-gewandelten Ausgänge des ersten und zweiten Signalgenerators 31 und 32 bestimmt als eine Meßbedingung für den Verbindungsstift  $T_L$  ( $T_m$ ,  $T_n$ ) den Hochpegel eines Digitalsignals, und der andere D/A-gewandelte Ausgang den Tiefpegel eines Digitalsignals als weitere Meßbedingung der Verbindungsstifte  $T_L$  ( $T_m$ ,  $T_n$ ). Über Analogschalter 31d, 32d kann sehr schnell zwischen den oben erwähnten Hochpegel- und Tiefpegelsignalen umgeschaltet werden.

(6) Zum anderen kann zumindest einer der D/A-gewandelten Ausgänge des ersten und zweiten Signalgenerators 31, 32 den Gleichstrompegel eines Analoggleichstromsignals als Meßbedingung für den Verbindungsstift  $T_L$  ( $T_m$ ,  $T_n$ ) festlegen.

(7) Der erste Diskriminator 41 bestimmt, ob der Tiefpegel eines Digitalsignals eines Meßergebnisses am Verbindungsstift  $T_L$  ( $T_m$ ,  $T_n$ ) tiefer als ein vorgegebener Tiefpegelbezugswert oder nicht ist, und der zweite Diskriminator 42 bestimmt, ob der Hochpegel eines weiteren Meßergebnisses am Verbindungsstift  $T_L$  höher als ein vorgegebener Hochpegelbezugswert ist, oder nicht.

(8) Der erste Diskriminator 41 bestimmt, ob ein Analog-

gleichstromsignal als Meßergebnis am Verbindungsstift T<sub>L</sub> (T<sub>m</sub>, T<sub>n</sub>) höher als ein vorgegebener unterer Bezugswert ist oder nicht, und der zweite Diskriminator 42 bestimmt, ob das als Meßergebnis gelieferte Gleichstromsignal am Verbindungsstift T<sub>L</sub> (T<sub>m</sub>, T<sub>n</sub>) tiefer als ein vorgegebener oberer Vergleichswert ist oder nicht.

(9) Die Steuerungsvorrichtung 10 gibt den Signalübertragungsschaltungen 20a, 20b und 20c jeweils die Anweisung, welche der oben angeführten Digitalmeßbedingungen (5), Analogmeßbedingungen (6), Digitalmeßergebnisbestimmung (7) und Analogmeßergebnisbestimmung (8) ausgeführt wird. In einer anderen Ausführungsart kann auch eine nicht gezeigte Zusatzsteuerungsschaltung in jeder Signalübertragungsschaltung 20a (20b, 20c) vorgesehen sein. Diese Zusatzsteuerungsschaltung wird von der Steuerungsvorrichtung 10 so gesteuert, daß die Signalübertragungsschaltung 20a (20b, 20c) zumindest eine der oben angeführten Meßbedingungen (Digitalmeßbedingungen (5), Analogmeßbedingungen (6), Bestimmung der Digitalmeßergebnisse (7) und Bestimmung der Analogmeßergebnisse (8)) wahlweise durchführt. Im folgenden wird die bevorzugte Ausführungsart der Erfindung genauer beschrieben. Der erste Signalgenerator 31 enthält: Einen Digitalspeicher 31a, einen Digital/Analog-Wandler (weiterhin als D/A-Wandler bezeichnet) 31b, einen Spannungsverstärker 31c mit einem Spannungsbereichumschaltwiderstand  $VR_1$ , der den Spannungsbereich eines Ausgangssignals (Meßsignal) schrittweise in gewünschter Form, z.B. von etwa 2 Volt bis etwa 30 Volt verändert und mit einem Gegenkopplungswiderstand  $R_{f1}$ , und einen Analogschalter 31d. Zusätzlich zeichnet der Speicher 31a dem zur Messung benötigten Spannungsbereich entsprechende Digitaldaten auf. Das Auslesen wird abhängig von einem von der Steuerungsvorrichtung 10 über den Steuerbus 51 gelieferten Steuersignal durchgeführt. Dann wird eine dem Auslesewert entsprechende Spannung am Ausgang des D/A-Wandlers 31b erzeugt, deren Bereich vom Widerstand  $VR_1$  zur Bestimmung einer momentanen Ausgangsspannung festgelegt wird, erzeugt.

Der zweite Signalgenerator 32 hat denselben Schaltungsaufbau wie der oben beschriebene erste Signalgenerator 31. Wenn ein wellenförmiges Mustersignal vom Mustersignalgenerator 11 der Signalübertragungsschaltung über eine Leitung  $l_0$  angelegt ist, nimmt der Analogschalter 31d Ein-Zustand an, wenn das Mustersignal Hochpegel hat. Wenn das Mustersignal Tiefpegel hat, wird der Analogschalter 32d in den Ein-Zustand geschaltet. Somit bestimmt der erste Signalgenerator 31 den Hochpegel eines zu einer Leitung  $l_1$  gespeisten Signals und der zweite Signalgenerator 32 den Tiefpegel des zur Leitung  $l_1$  gespeisten Signals.

Obwohl jeder Verstärker 33, 34 einen Pufferverstärker bildet, wirkt der Verstärker 34 als Stromrückkopplungsverstärker, wenn ein Schalter  $SW_1$  im Ein-Zustand ist. Ein Widerstand  $VR_3$  dient zur Einstellung des Meßstrombereichs. Eine Klammerschaltung 38 schützt die Pufferverstärker und den Prüfling 21 und besteht aus den Dioden  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  und  $D_4$ . Entsprechend den Meßgrößen des Prüflings werden wahlweise Schalter  $SW_3$ ,  $SW_4$  umgeschaltet. Zusätzlich sind ein Speiseanschluß  $T_2$  und ein Prüfanschluß  $T_1$  der Signalübertragungsschaltung 20a (20b, 20c) mit gewünschten Verbindungsstiften des Prüflings 21 verbunden. Ein Analogschalter 35 wird zur Strommessung in den Ein-Zustand und ein Analogschalter 36 zur Spannungsmessung in den Ein-Zustand geschaltet. Ein Verstärker 37 bewirkt die Einstellung einer Spannungsskala.

Die in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel als Diskriminatoren ausgeführten Schaltungen 41 für die Untergrenze und 42 für den oberen Grenzwert führen die Qualitätsbestimmung des Prüflings 21 und die Aufzeichnung der Meßergebnisse aus. Die Schaltung 41, die den unteren Grenzwert bestimmt, enthält einen Spannungsvergleicher 41a, einen Inverter 41b, eine UND-Schaltung 41c, einen Digitalspeicher 41d, einen weiteren Digitalspeicher 41e, in dem ein zuvor aufgezeichneter unterer Grenzspannungswert steht und einen D/A-Wandler 41f, der das Ausgangssignal des Digitalspeichers 41e D/A-wandelt.

Die Diskriminatorschaltung 42 für den oberen Grenzwert hat denselben Schaltungsaufbau wie die Diskriminatorschaltung 41 für den unteren Grenzwert. Jedoch ist das Digitaldatum in dem Digitalspeicher 42e ein oberer Spannungsgrenzwert und somit höher als das dem unteren Spannungsgrenzwert entsprechende Digitaldatum im Speicher 41e. Zudem wird das Muster-signal des Mustersignalgenerators 11 über eine Leitung  $l_2$  eingespeist und jeweils Eingangsanschlüssen der UND-Schaltungen 41c und 42c angelegt.

Eine Direktmeßschaltung 43 besteht aus einem A/D-Wandler 43a und einem Digitalspeicher 43b, der die Ausgangsspannung des A/D-Wandlers 43a aufzeichnet. Eine Leitung  $l_3$  dient zur Übertragung der Meßergebnisse zu einer Überwachungsschaltung 13, und eine Leitung  $l_4$  speist ein beliebiges Meßsignal in den Prüfling 21 ein. Ferner dient eine Leitung  $l_5$  zum wahlweisen Umschalten der Analogschalter 35 und 36 in den Meßgrößen entsprechende Ein- oder Aus-Zustände. Im folgenden wird die Funktion der Schaltung für den Fall beschrieben, wo die Stromkennwerte des Prüflings 21 bei vorgegebener Meßspannung gemessen werden und dessen Qualität entsprechend der Meßergebnisse geprüft wird.

In diesem Fall wird der Schalter  $SW_1$  in den Aus-Zustand und der Schalter  $SW_2$  in den Ein-Zustand geschaltet. Außerdem wird der Analogschalter 35 in den Ein-Zustand und der Analogschalter 36 in den Aus-Zustand geschaltet. Die Schalter  $SW_3$ ,  $SW_4$  werden in den Ein-Zustand, der Schalter  $SW_5$  zum Kontakt b und der Schalter  $SW_6$  in den Aus-Zustand geschaltet. Dementsprechend wird das am Verbindungsstift T1 des Prüflings 21 erhaltene Meßsignal nicht der Überwachungsschaltung 13 zugeführt. Die oben angeführten Zustände bewirken, daß ein über die Leitung  $l_0$  eingespeistes Hochpegel-signal über den Schalter 31d als Meßspannungssignal des ersten Signalgenerators 31 in die Leitung  $l_1$  eingespeist wird.

Da vom Ausgang des Verstärkers 33 eine 100 %-Gegenkopplung zum negativen Eingangsanschluß des Verstärkers 33 über den Widerstand  $VR_3$ , den Schalter  $SW_4$ , den Speiseanschluß  $T_2$ , den Prüfanschluß  $T_1$  und die Schalter  $SW_3$  und  $SW_4$  gebildet wird, wird die Spannung am Speiseanschluß  $T_2$  gleich der Meßspannung auf der Leitung  $l_1$ . Auf diese Weise wird die Meßspannung am Stift  $T_2$  bestimmt.

Wenn auf die oben beschriebene Weise die Meßspannung dem Verbindungsstift  $T_2$  des Prüflings 21 zugeführt wird, geschieht wegen des durch den Widerstand  $VR_3$  fließenden Stroms ein Spannungsabfall. Der fließende Strom hängt von den Kennwerten des Prüflings 21 ab und die über dem Widerstand  $VR_3$  abfallende Spannung wird entsprechend der Stromänderung einem differentiellen Eingang des Verstärkers 34 zugeführt. Somit liefert der Ausgang des Verstärkers 34 ein Ausgangsspannungssignal  $I_M$  entsprechend dem Spannungsabfall am Widerstand  $VR_3$ . Somit wirken der Verstärker 34 und der Widerstand  $VR_3$  als ein Strom-Spannungs-Wandler.

Gleichzeitig mit der oben beschriebenen Funktion wird das Ausgangssignal  $I_M$  des Verstärkers 34 über den Analogschalter 35 einer Leitung  $l_s$  zugeführt und dann jedem der Spannungsvergleicher 41a, 42a und dem A/D-Wandler 43a zugeführt.

Der Eingangsanschluß b des Spannungsvergleichers 41a wird zuvor mit der Bezugsspannung entsprechend den im Speicher 41e aufgezeichneten Digitaldaten gespeist. Genauso wird der Eingangsanschluß b des Spannungsvergleichers 42a zuvor mit der den aufgezeichneten Digitaldaten im Speicher 42e entsprechenden Bezugsspannung gespeist. Es wurde schon ausgeführt, daß die Bezugsspannungen einen unterschiedlichen Spannungspegel haben.

Entsprechend führt jeder Spannungsvergleicher 41a, 42a einen Spannungsvergleich zwischen der oben erwähnten Bezugs-

spannung und dem Ausgangssignal  $I_M$  durch. Zuerst wird nachfolgend die Schaltungsfunktion der Schaltung 41a, die den unteren Grenzwert bestimmt, beschrieben. Wenn der Spannungspegel des Ausgangssignals  $I_M$  höher als die Bezugsspannung ist, liefert der Ausgang des Spannungsvergleichers 41a ein tiefes Ausgangssignal. Dieses Ausgangssignal wird in ein hohes Signal durch den Inverter 41b invertiert und einem Eingangsanschluß der UND-Schaltung 41c der folgenden Stufe angelegt. Zuvor jedoch erhielt der Eingangsanschluß b der UND-Schaltung 41c das Mustersignal. Dementsprechend erhält man am Ausgang der UND-Schaltung 41c ein hohes Ausgangssignal, wenn der Eingangsanschluß b aufgrund des oben erwähnten Mustersignals hoch ist. Dieses Ausgangssignal wird vom Speicher 41d aufgezeichnet. Somit zeichnet der Speicher 41d auf, daß entsprechend den Stromkennwerten des Prüflings 21 zumindest der Analoggleichstrom des Verbindungsstifts T1, der in die Ausgangsspannung  $I_M$  gewandelt wurde, nicht kleiner als der untere Grenzwert ist und somit im zulässigen Bereich liegt.

Nun wird die Schaltung 42, die den oberen Grenzwert setzt, beschrieben mit der Annahme, daß die dem im Speicher 42a gespeicherten Digitaldatum entsprechende Bezugsspannung höher als das Ausgangssignal  $I_M$  oder  $V_S$  ist und daß der Spannungsvergleicher 42a ein Ausgangssignal mit tiefem Pegel liefert. Dieses wird vom Inverter 42b in einen hohen Pegel invertiert und an einen Eingangsanschluß a der UND-Schaltung 42c der darauffolgenden Stufe zugeführt. Wenn das am Eingangsanschluß b liegende Mustersignal hohen Pegel hat, liefert die UND-Schaltung 42c am Ausgang ein hohes Signal, das im Speicher 42d aufgezeichnet wird.

Die obige Beschreibung zeigt, daß der Spannungspegel des Ausgangssignals  $I_M$  oder  $V_S$  des Verstärkers 24, wenn es sich innerhalb des vom unteren und vom oberen Grenzwert gegebenen, tolerierbaren Bereichs bewegt, aufgezeichnet wird. Wenn jedoch



der Spannungspegel des Ausgangssignals  $I_M$  oder  $V_S$  unter dem unteren Grenzwert liegt, wird kein Spannungspegel im Speicher 41d aufgezeichnet. Dies ist auch der Fall, wenn der Spannungspegel des Ausgangssignals  $I_M$  oder  $V_S$  höher als der obere Grenzwert wird, wobei kein oberer Spannungspegel im Speicher 42d aufgezeichnet wird.

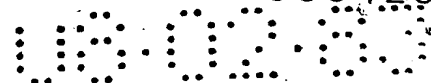
Die Ausführung der Qualitätsprüfung durch das zwischen dem oberen Grenzwert und unteren Grenzwert liegende Ausgangssignal  $V_S$  ermöglicht in der Direktmeßschaltung 43 folgende Verarbeitung:

Das vorliegende Ausgangssignals  $V_S$  in Form eines der Periode des Mustersignals entsprechenden Impulssignals wird das Ausgangssignal  $I_M$  oder  $V_S$  vom A/D-Wandler 43a digitalisiert. Die Impulse dieses Digitalsignals verändern sich mit dem Spannungspegel des Ausgangssignals  $I_M$  oder  $V_S$ . Dieses Digitalsignal wird im Speicher 43b aufgezeichnet. Auf diese Weise erhält man von den Qualitätsbestimmungsdaten des Prüflings 21 unterschiedliche Daten, indem man die im Speicher 43b gespeicherten Digitalsignale ausliest. Die in den Speichern 41d, 42d, 43d stehenden, zur Qualitätsprüfung des Prüflings 21 dienenden Daten, werden von der Steuerungsvorrichtung 10 (das ist ein Digitalrechner) ausgelesen und angezeigt.

Nachfolgend wird die Schaltungsfunktion beschrieben, wenn bei einem vorgegebenen Meßstrom eine Spannung gemessen wird.

Für diese Messung werden der Schalter  $SW_1$  in den Ein-Zustand, der Schalter  $SW_2$  in den Aus-Zustand, die Schalter  $SW_3$ ,  $SW_4$  in den Ein-Zustand, der Schalter  $SW_5$  in die Stellung a und der Schalter  $SW_6$  in den Aus-Zustand gebracht. Außerdem wird der Analogschalter 35 in den Aus-Zustand und der Analogschalter 36 in den Ein-Zustand geschaltet.

In gleicher Weise wie bei der bereits beschriebenen Strommessung



tritt auf der Leitung  $l_1$  ein vorgegebenes Spannungssignal des ersten Signalgenerators auf.

Das Ausgangssignal des Verstärkers 33 wird einem gewünschten Anschlußstift T1 des Prüflings 21 über den Widerstand  $VR_3$ , den Schalter  $SW_4$  und den Speiseanschluß  $T_2$  angelegt. Der Ausgangsstrom des Verstärkers 33, der durch den Widerstand  $VR_3$  und den Speiseanschluß  $T_2$  fließt, kann in folgender Weise gemessen werden:

Das Produkt des Spannungsabfalls über dem Widerstand  $VR_3$  und der Spannungsverstärkung des Verstärkers 34 wird gleich der Spannung der Leitung  $L_1$ . Somit kann der in den Verbindungsstift T1 fließende Meßstrom bestimmt werden.

Das am Anschluß  $T_1$  gemessene Spannungssignal wird dem Verstärker 37 über den Schalter  $SW_5$  zugeführt. Der Verstärker 37 kann in vorgegebenem Grad entweder verstärken oder dämpfen. Das Ausgangssignal  $V_M$  des Verstärkers 37 liegt auf der Leitung  $l_5$  über den Analogschalter 35, der sich im Ein-Zustand befindet. Dann wird das Ausgangssignal  $V_M$  dem Eingangsanschluß a jedes Spannungsvergleichers 41a, 42a und dem A/D-Wandler 43a zugeführt.

Die Schaltung 41 für den unteren Grenzwert und die Schaltung 42 für den oberen Grenzwert und die Direktmeßschaltung 43 arbeiten in der gleichen, oben beschriebenen Weise. Dementsprechend speichert jeder Speicher 41d, 42d, 43d Daten zur Qualitätsprüfung der am Anschlußstift T1 des Prüflings 21 auftretenden Spannung.

Des weiteren wird die Verarbeitung der Schaltung zur Überwachung eines Meßsignals beschrieben: Dann werden die Schalter  $SW_3$ ,  $SW_4$  in den Ein-Zustand der Schalter  $SW_5$  zum Kontakt b und der Schalter  $SW_6$  in den Aus-Zustand gebracht.

Je nachdem, ob eine Strommessung oder eine Spannungsmessung

durchgeführt wird, erhält der Prüfling 21 ein entsprechendes Steuersignal. Das vom Prüfling 21 erhaltene Meßsignal wird der Überwachungsschaltung 13 vom Prüfanschluß  $T_1$  über den Kontakt b des Schalters  $SW_5$ , die Leitung  $l_3$ , den Schalter  $SW_7$  und den Analogbus 51 zugeführt.

Dabei ist zu bemerken, daß, obwohl das vom Verstärker 33 erhaltene Meßsignal dem Prüfling 21 beim vorliegenden Ausführungsbeispiel zugeführt wird, es statt dessen auch möglich ist, den Verstärker 33 mit einer äußeren Meßschaltung zu verbinden. Das wird im Beispiel der Verbindung mit der Präzisionsmeßquelle und der Gleichstromparameter-Meßschaltung 12 (des weiteren als "Präzisionsmeßschaltung" bezeichnet) gezeigt. Für die Messung werden die Schalter  $SW_3$ ,  $SW_4$  in den Aus-Zustand, der Schalter  $SW_5$  zum Kontakt b und der Schalter  $SW_6$  in den Ein-Zustand geschaltet. Das Signal der Präzisionsmeßschaltung 12 wird einem gewünschten Verbindungsstift  $T_8$  des Prüflings 21 über einen Schalter  $SW_8$ , die Leitung  $l_4$ , den Schalter  $SW_6$  und den Speiseanschluß  $T_2$  zugeführt. Dann können Spannung oder Strom in der in Fig. 1 dargestellten Weise gemessen werden.

Des weiteren wird die Schaltungsfunktion zur Durchführung einer Digitalmessung beschrieben.

In diesem Fall erhalten die Leitungen  $l_0$ ,  $l_2$  Steuerimpulse, die die Meßzeit bestimmen. Dann ist eine digitale Funktionsprüfung durch Ausführung derselben Verarbeitung wie bei der Strom- und Spannungsmessung möglich; wie es beim Setzen der Digitalmeßbedingungen (5) und der Bestimmung der Digitalmeßergebnisse (7) schon beschrieben wurde. Bis hierher wurden die verschiedensten Meßverfahren an einem Stift  $T_8$  des Prüflings 21 von der vorliegenden Ausführungsart der Erfindung durchgeführt. Man kann jedoch gleichzeitig die oben beschriebenen verschiedenen Messungen an den anderen Stiften  $T_m$ ,  $T_n$  des Prüflings 21 unter Verwendung der



anderen Signalübertragungsschaltungen 20b, 20c durchführen. Während beispielsweise an einem Verbindungsstift T<sub>l</sub> eine Strommessung durchgeführt wird, kann an den anderen Verbindungsstiften T<sub>m</sub>, T<sub>n</sub> das Verhältnis zwischen Eingangs- und Ausgangswerten der anderen Verstärker gemessen werden. Somit wird die Durchführung von auf beiden Meßmethoden basierenden Testabläufen möglich. Außerdem kann man gleichzeitig Prüfabläufe, die sonst herkömmlicherweise einzeln und untergeordnet ausgeführt wurden, wie eine Verbindungsprüfung sofort nach Anlegen einer Meßquelle, einen Vorspannungstest sämtlicher Anschlüsse, einen Kurzschlußtest, usw., durchführen, so daß die Qualität des Prüflings 21 in sehr kurzer Zeit bestimmt werden kann. Zusätzlich kann man die Schalter SW<sub>1</sub> bis SW<sub>9</sub>, die entsprechend den Meßgrößen umgelegt werden, jeweils mit Reed-Relais aufbauen, da deren Schaltfrequenz gering ist und die Reed-Relais keinen nachteiligen Einfluß auf die oben beschriebenen Meßabläufe haben.

Außerdem kann man in den Digitalspeichern 31a und 32a des ersten und zweiten Signalgenerators Digitalinformation, die aus analogen Sinuswellen-Meßdaten quantisiert wurden, aufzeichnen. Am Ausgang der D/A-Wandler 31b oder 32b erhält man dann seriell die analoge Sinuswellen-Meßspannung.

Zusätzlich kann man von einem analogen Sinuswellen-Meßdatum quantisierte Digitalinformationen im Digitalpeicher 43b der Direktmeßschaltung 43 durch den A/D-Wandler 43a aufzeichnen. Diese im Digitalpeicher 43b stehende Digitalinformation kann man durch die Steuerungsvorrichtung 10 (das ist der Digitalrechner) bezüglich Phase, Amplitude und Frequenzanteile auswerten.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Ausführungsart werden wie folgt zusammengefaßt:

Da die Erfindung die gleichzeitige Messung verschiedener

Kennwerte einer Halbleiterschaltung ermöglicht, ist eine Qualitätsprüfung der Halbleiterschaltung aufgrund der Meßergebnisse in sehr kurzer Zeit möglich. Dabei wird dieser Vorteil umso deutlicher, je höher die Integrationsdichte und die Anzahl der Verbindungsstifte des Prüflings werden.

Die Aufzeichnung der Meßsignale zur Messung der Halbleiterschaltung und der Prüfergebnisse macht es unnötig, jedes Meßsignal und jedes entsprechende Meßergebnis für jede Meßgröße einem elektronischen Rechner zuzuführen. Da außerdem nur wenig mechanische Schalter verwendet werden, erhöht sich die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems im Vergleich mit herkömmlichen Vorrichtungen, und die Herstellungskosten des Meßsystems können weitgehend verringert werden.

FIG. 1

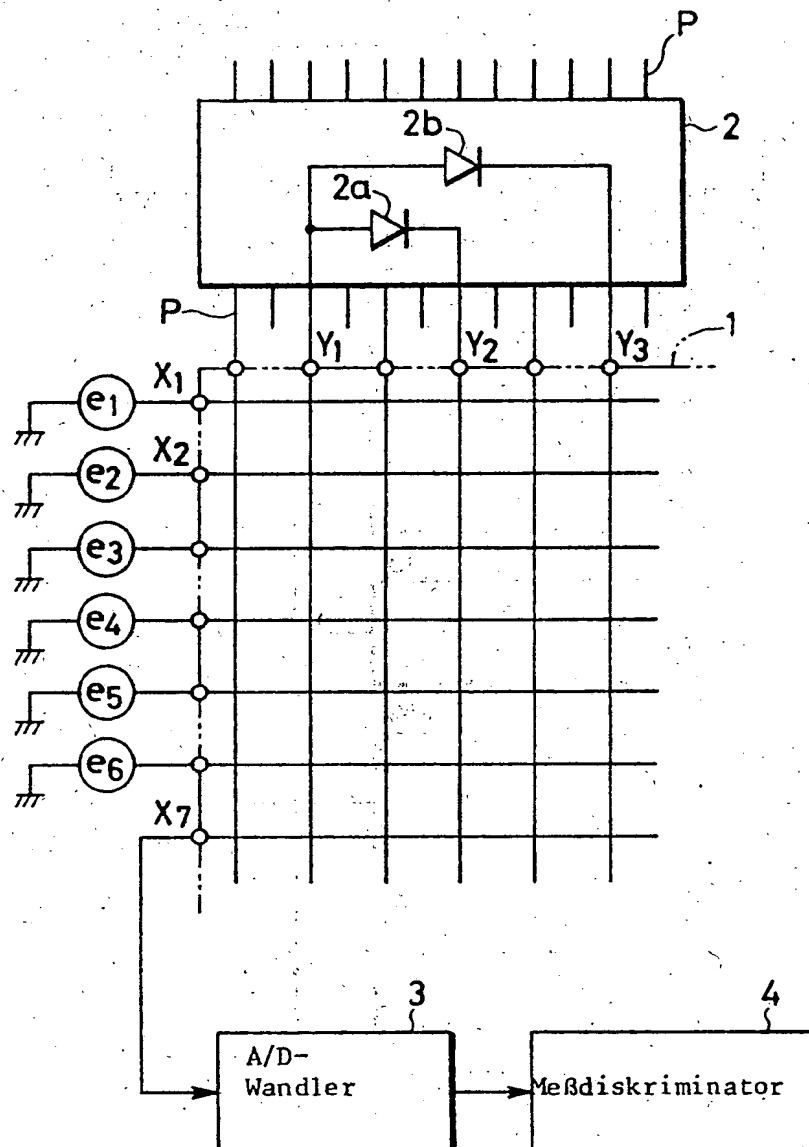
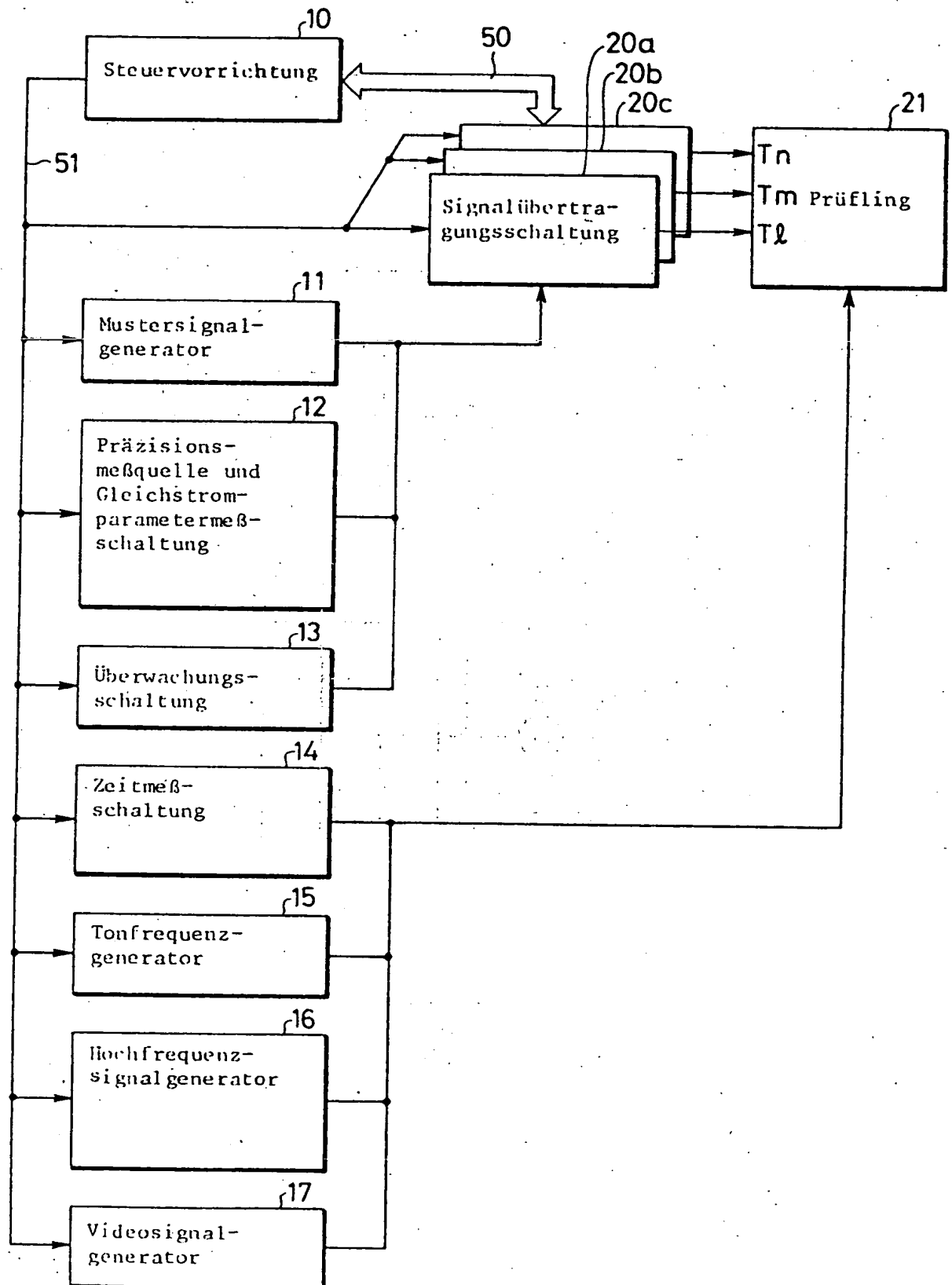


FIG. 2



22

